

**Laporan Penelitian Unggulan UNY
Tahun Anggaran 2014**



**MODEL PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN DENGAN
PEMASANGAN GROUND SILL DAN ABUTMEN BERSAYAP**

OLEH:

**Sudiyono, AD., M.Sc.
Lutjito, M.T.
Didik Purwantoro, M.Eng**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2014**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN UNGGULAN UNY

1. Judul Penelitian : Model Pengendalian Gerusan di Sekitar Abutmen dengan Pemasangan Groundsill dan Abutmen Bersayap
2. Ketua Peneliti :
a. Nama lengkap : Sudiyono AD, M.Sc.
b. Jabatan : Lektor Kepala
c. Jurusan : Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan
d. Alamat surat : Pendd. Teknik Sipil dan Perenc. FT. UNY
e. Telepon rumah/kantor/HP : 081 2271 8649
f. Faksimili :
g. e-mail : sudiyono@gmail.com
3. Tema Payung Penelitian : Pemasangan Groundsill dan Abutmen Bersayap untuk Pengendalian Gerusan
4. Skim penelitian : Unggulan UNY
5. Program Strategis Nasional : Lingkungan
6. Bidang Keilmuan/ Penelitian : Non Kependidikan
7. Tim Peneliti

No	Nama dan Gelar	NIP	Bidang Keahlian
1.	Sudiyono AD., M.Sc.	19511212 197803 1 004	Drainase
2.	Didik Purwantoro, M.Eng.	19730130 199801 1 001	Hidrolika
3.	Lutjito, M.T	19530528 197903 1 003	Transpor Sedimen

8. Mahasiswa yang terlibat :

No	Nama	N I M	Prodi
1.	Fadhlul Manan	11510134025	Teknik Sipil
2.	Pasikun	11510134032	Teknik Sipil
3.	Fandi Adi Pradana	11510134033	Teknik Sipil

9. Lokasi Penelitian : Lab. Hidrolika FT UNY
10. Waktu Penelitian : Mei sampai Oktober. 2014
11. Dana yang diusulkan : Rp. 20.000 000,00
- Yogyakarta, 20 November 2014.

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Tim Peneliti,

Dr. Moch Bruri Triono
NIP. 19560216 198603 1 003

Sudiyono AD, M.Sc.
NIP 19511212 197801 3 004

Mengetahui,
Ketua LPPM,

Prof. Dr. Anik Ghufon, M.Pd
NIP. 19621111 1988 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Alloh swt., yang telah memberikan taufiq, hidayah dan kesempatan serta limpahan rahmatNya sehingga penulis berhasil menyelesaikan Penelitian dengan judul :

Model Pengendalian Gerusan di Sekitar Abutmen dengan Groundsill dan Abutmen Bersayap

Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Anik Ghufro, M.Pd, selaku ketua LPPM, yang telah berkenan memberikan bantuan dana dan berbagai masukan untuk pelaksanaan penelitian ini.
2. Dr. M.Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik yang telah memberikan dorongan dan kesempatan untuk melakukan penelitian.
3. Agus Santoso, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah memberikan kesempatan dan izin untuk melaksanakan penelitian..
4. Rekan-rekan staf pengajar di Jurusan pendidikan teknik Sipil dan Perencanaan yang telah memberikan masukan dan bantuannya..

Akhirnya penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu masukan dan kritik dari para pembaca sangat dibutuhkan demi penyempurnaan tulisan ini.

Yogyakarta, November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
ABSTRAK	v
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	2
D. Rumusan Masalah	2
E. Tujuan	2
F. Manfaat	3
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Definisi dan Persamaan Aliran Pada Pipa	5
1. Pipa Hubungan Seri	5
2. Pipa Hubungan Paralel	7
3. Pipa Bercabang	7
B. Kehilangan Tenaga Pada Pipa	9
C. Dimensi Pipa	9

1. Anggapan-Anggapan	9
2. Debit Air	10
3. Tekanan Yang Tersedia (<i>Head Available</i>)	11
4. Jaringan Instalasi	11
5. Ekuivalen Panjang Pipa	12
D. Beban Alat Plambing	13

BAB III METODE PERENCANAAN

A. Lokasi Perencanaan	16
B. Bagan Alir Perencanaan	16
C. Tahap Perencanaan	17
1. Pengumpulan Data	17
2. Pengolahan Data	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Hitungan	19
1. Pendataan Jumlah Alat Plambing	19
2. Perhitungan Beban Plambing	19
a. Contoh Perhitungan Beban Plambing	19
3. Perhitungan <i>Head Available</i>	22
a. Contoh Perhitungan <i>Head Available</i>	22
4. Perhitungan Panjang Pipa	23
a. Contoh Perhitungan Panjang Pipa	23
5. Perhitungan <i>Head Loss</i> dan Dimensi Pipa	26

a. Contoh Perhitungan <i>Head Loss</i>	27
B. Pembahasan	31
1. Diameter Pipa Minimal	31
2. Diameter Nominal	33
3. Tekanan Minimal	37
4. Debit Sebenarnya	39
5. Persamaan Kontinuitas	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	49
B. Saran	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

Abstract

Scour Model Around Abutments by Groundsill and Wingwall Abutments

The main aim of this research is to get a control of scouring around the abutment of bridge. Scour around the abutments must be controlled because it is the main damage cause of abutments and the hydraulic structures built in the river bed. This research was carried out using experimental method by standard teaching flume and steady-uniform flow in Hydraulic Laboratory Civil Department Yogyakarta State University.. The research is done in clear-water-Scour The abutment model were spillthrough type, wing-wall type, triangular type and semi circular type. The research result shows that the good performance of maximum scour depth around the abutment occurred at wingwall abutment for 4b length is equal to 11 cm.

Keyword : *Scour, groundsill, wingwall abutment*

Model Pengendalian Gerusan di Sekitar Abutmen

dengan Pemasangan Groundsill dan Abutmen Bersayap

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh model pengendalian gerusan di sekitar abutmen jembatan. Gerusan di sekitar abutmen jembatan sangat penting untuk dikendalikan mengingat fungsi jembatan sebagai konstruksi sangat penting. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen di laboratorium. Dalam penelitian ini dilakukan uji model di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada kondisi clear water scour. Model abutmen yang digunakan adalah spillthrough, semicircular, triangular dan wingwall (abutmen bersayap). Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa kondisi terbaik untuk kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah pada bentuk abutmen bersayap untuk jarak 4b yaitu sebesar 11 cm.

Kata kunci: *Gerusan, pemasangan groundsill dan abutmen bersayap*

BAB I

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang Masalah

Proses penggerusan dan transportasi sedimen merupakan suatu fenomena alam yang ada dan terjadi pada aliran sungai. Proses penggerusan terjadi secara alamiah sebagai bagian dari morfologi sungai, berupa tikungan atau penyempitan aliran, dan dapat terjadi pula akibat adanya bangunan sungai (*man-made structures*) yang menghalangi aliran, berupa krib, pilar, abutmen jembatan dan sebagainya. Keberadaan bangunan sungai tersebut dipandang dapat mengubah geometri alur serta pola aliran sungai.

Gerusan yang terjadi dapat menjadi tiga tipe, yaitu gerusan umum (*general scour*), gerusan lokal (*local scour*), dan gerusan terlokalisir (*localized / constriction scour*). Gerusan umum adalah gerusan yang terjadi alami, terlepas dari keberadaan struktur apapun, terjadi melintang di sepanjang sungai dan menyebabkan degradasi dasar sungai. Gerusan lokal terjadi di sekitar pilar maupun abutmen jembatan, sebagai akibat terganggunya pola aliran sungai. Sedangkan gerusan terlokalisir terjadi karena penempatan bangunan sungai yang menyebabkan penyempitan penampang sungai (Breuser dan Raudkivi, 1991).

Fenomena tersebut dapat menyebabkan erosi dan degradasi di sekitar bukaan jalan air (*water way opening*) jembatan. Degradasi ini berlangsung terus menerus hingga tercapainya keseimbangan antara suplai dengan angkutan sedimen yang saling memperbaiki. Dengan adanya pilar dan abutmen jembatan, maka terjadi ketidakseimbangan karena jumlah angkutan sedimen lebih besar dari pada suplai sedimennya. Hal ini menyebabkan semakin dalamnya lubang gerusan (*scour hole*) pada pilar maupun abutmen jembatan sehingga dapat merusak jembatan secara umum.

Mengingat kompleksitas dan urgensi masalah tersebut, maka diperlukan suatu penanganan yang dapat mereduksi kedalaman lubang gerusan berupa bangunan pengendali gerusan di sekitar pilar maupun abutmen. Usaha proteksi terhadap bangunan sungai sering dilakukan untuk mengurangi kedalaman lubang gerusan. Dari

kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai gerusan yang terjadi di sekitar abutmen dan efektivitas endsill dan beberapa model bentuk sayap abutmen dalam mereduksi kedalaman gerusan dengan mengurangi degradasi dasar saluran yang terjadi.

b. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dan latar belakang masalah dikemukakan di depan maka dapat diidentifikasi antara lain :

1. Adanya abutmen jembatan akan mengakibatkan penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi lebih cepat.
2. Perubahan pola aliran yang terjadi karena adanya abutmen jembatan yang menyebabkan terjadinya penggerusan.
3. Pengaruh karakteristik aliran di sekitar abutmen jembatan akibat gerusan lokal akan menyebabkan degradasi dasar sungai.

c. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah proses gerusan dan kedalaman gerusan di sekitar abutmen dengan dengan pemasangan groundsill dan berbagai macam bentuk sayap abutmen ?
2. Bagaimanakah unjuk kerja model groundsill dan bentuk sayap model abutmen terhadap pengendalian kedalaman gerusan dan panjang gerusan?

d. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang kami lakukan secara umum adalah untuk mengetahui proses penggerusan dan kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan. Namun secara rinci penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui bagaimana proses gerusan dan kedalaman gerusan di sekitar model abutmen dengan pemasangan model groundsill dan bentuk model sayap abutmen

2. Mengetahui unjuk kerja model groundsill dan model bentuk sayap abutmen terhadap pengendalian kedalaman gerusan dan panjang gerusan pada model abutmen jembatan.

e. Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan akan mampu memberikan tambahan wawasan dalam proses pembelajaran dan pengetahuan bagi rekayasa perencanaan abutmen jembatan

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

a. Pengertian Gerusan dan Abutmen

Proses erosi dan pengendapan pada sungai umumnya terjadi karena perubahan pola aliran, terutama pada sungai alluvial. Perubahan tersebut terjadi karena adanya rintangan pada aliran sungai, berupa rintangan bangunan sungai seperti abutmen jembatan, pilar jembatan, krib sungai, *revetment*, dan sebagainya. Bangunan semacam ini dipandang dapat mengubah geometri alur serta pola aliran selanjutnya diikuti dengan terjadinya gerusan lokal di dekat bangunan (Joko Legono, 1990).

Abutmen merupakan salah satu bagian konstruksi jembatan yang terletak di pangkal jembatan. Tipe geometri abutmen bermacam-macam, diantaranya *wing-wall abutment* (WW), *spill-through abutment* (ST), *semi-circular abutment* (SCE) dan *triangular-shaped abutment* (Breuser dan Reudkivi, 1991).

Menurut Anwar (1999) gerusan dibedakan menjadi:

- 1) Gerusan umum (*general scour*) di alur sungai, tidak terkait dengan adanya atau tidak adanya bangunan sungai. Gerusan ini disebabkan karena energi dalam aliran.
- 2) Gerusan terlokalisir (*localized scour / constriction scour*) di alur sungai, terjadi karena penyempitan alur sungai, sehingga aliran lebih terpusat.
- 3) Gerusan lokal (*local scour*) di sekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai.

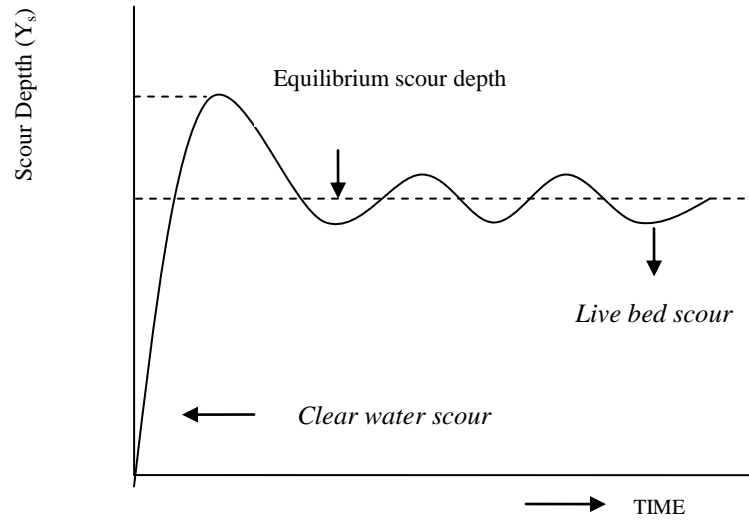
Gerusan dapat terjadi dalam dua kondisi, yaitu kondisi tanpa angkutan sedimen (*clear-water scour*) dan kondisi dengan angkutan sedimen (*live-bed scour*). *Clear-water scour* terjadi jika tidak ada gerakan material dasar, atau secara teoretik menunjukkan bahwa tegangan geser dasar (τ_0) lebih kecil atau sama dengan tegangan geser dasar kritis (τ_c). *Live-bed scour* terjadi disertai dengan adanya angkutan sedimen dari material dasar, akibat aliran dalam saluran yang menyebabkan material dasar bergerak. Hal tersebut menunjukkan bahwa tegangan geser pada dasar saluran lebih besar dari nilai kritisnya. Keseimbangan kedalaman gerusan tercapai jika jumlah material yang terangkat dari lubang gerusan sama dengan material yang disuplai ke lubang gerusan.

Gerusan yang terjadi di sekitar penyempitan saluran akibat keberadaan bangunan adalah akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena terhalangnya aliran akibat penyempitan tersebut. *Vortex system* yang menyebabkan adanya lubang gerusan tersebut dimulai dari sebelah hulu penyempitan (hulu bangunan) yaitu saat mulai munculnya komponen aliran dari arah bawah. Selanjutnya pada bagian bawah komponen tersebut, aliran akan terbalik arah menjadi vertikal yang kemudian diikuti dengan terbawanya material dasar sehingga terbentuk aliran spiral di daerah gerusan.

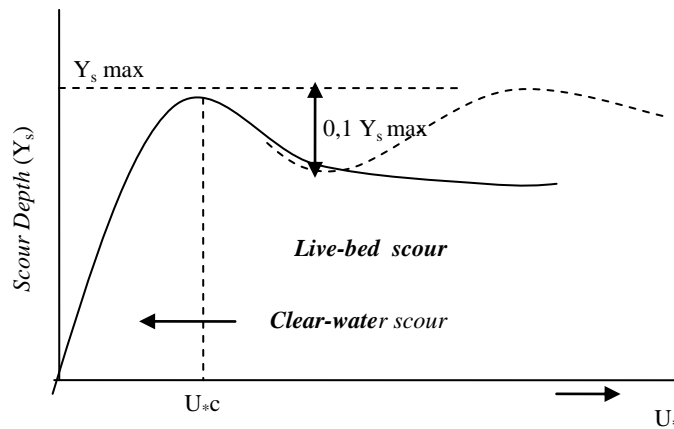
Kondisi aliran yang membentuk pusaran tersebut berdampak terjadinya pengikisan dasar sungai di sekitar bangunan, yaitu dengan terbawa atau terangkutnya material dasar sungai di sekitar bangunan yang akan berakibat timbulnya lubang gerusan. Peristiwa ini berlangsung sampai terjadi keseimbangan yang tergantung pada media yang bergerak, kondisi aliran *clear-water* atau *live-bed*.

Menurut Chabert & Engeldinger (1956) dalam Breuser & Reudkivi (1991), proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran dari bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan tinggi, partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar baik ukuran maupun kedalamannya. Bahkan kedalaman gerusan maksimum akan tercapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritis. Lubang gerusan (*scour hole*) yang terjadi pada alur sungai adalah hubungan antara kedalaman dengan waktu (Gambar 1) dan hubungan antara kedalaman gerusan dengan kecepatan geser (Gambar 2).

Dijelaskan lebih lanjut bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan. Jadi kedalaman rata-rata gerusan pada kondisi seimbang (*equilibrium scour dept*, Y_s), dengan sendirinya menjadi lebih kecil dengan kedalaman gerusan maksimum. Keseimbangan kedalaman gerusan (Y_s) biasanya akan tercapai pada aliran yang tinggi dan dalam waktu yang lama.



Gambar 1. Hubungan Kedalaman Gerusan dengan Waktu
(Breuses dan Raudkivi, 1991)



Gambar 2. Hubungan Kedalaman Gerusan dengan Kecepatan Geser
(Breuses dan Raudkivi, 1991)

Menurut Laursen (1952) dalam Legono (1990), sifat alami gerusan mempunyai fenomena sebagai berikut:

1) Besar gerusan akan sama dengan selisih antara jumlah material yang ditranspor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang ditranspor masuk kedalam daerah gerusan.

2) Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah (misal : karena erosi).

3) Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas, besarnya akan asimtotik terhadap waktu.

b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan

1. Debit Aliran

Semakin besar debit aliran yang ada maka kedalaman gerusan yang dihasilkan akan semakin besar, keadaan tersebut menandakan bahwa semakin besarnya kecepatan dan tegangan geser pada dasar saluran. Menurut Charbert & Engeldiger (1956) dalam Breusers & Raudkivi (1991), kedalaman gerusan maksimum diperoleh pada kecepatan aliran yang mendekati kecepatan aliran kritis, sedangkan gerusan dimulai pada saat kira-kira setengah kecepatan kritis.

2. Kedalaman Aliran

Breusers (1977) dalam Breusers & Raudkivi (1991) menjelaskan pengaruh Y_o / b tetapi tidak dibedakan antara kondisi *clear-water scour* dengan *live bed scour*. Pada U_* / U_{*C} yang konstan pengaruh kedalaman gerusan dapat diabaikan untuk Y_o / b lebih besar dari 2 sampai 3. Neill (1964) dalam Breusers & Raudkivi (1991) dengan menggunakan data yang diberikan oleh Laursen dan Toch, menunjukkan suatu persamaan kedalaman gerusan sebagai fungsi Kedalaman aliran:

$$\frac{Y_s}{Y_o} = 1,5 \left(\frac{b}{Y_o} \right)^{0.7} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

Y_s = Kedalaman gerusan, cm

Y_o = Kedalaman aliran seragam, m

b = Lebar abutmen, m

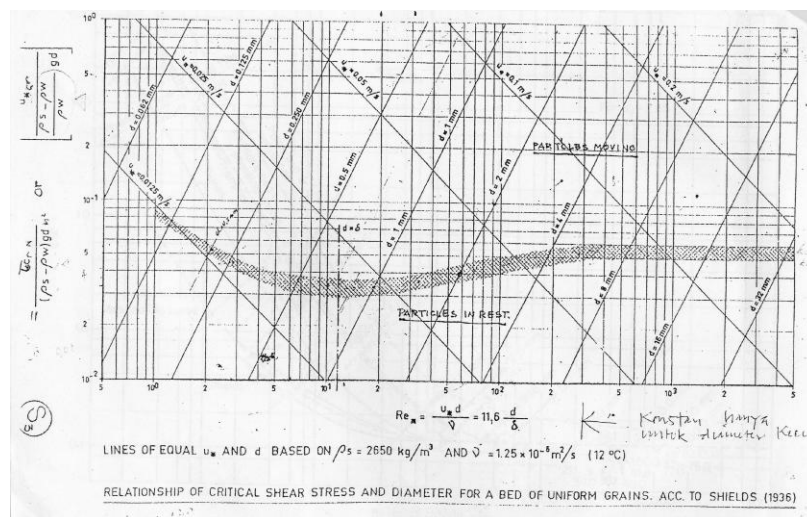
3. Kecepatan Geser dan Tegangan Geser

Breusers & Reudkivi (1991) memberikan dimensi analisis untuk menentukan beberapa parameter tak berdimensi dan ditetapkan dalam bentuk diagram pergerakan awal (*incipient motion*). Melalui grafik Shields, dengan mengetahui bilangan Reynold (Re) atau diameter butiran (d), maka pada nilai tegangan dasar kritis (τ_c) dapat diketahui. Bila tegangan dasar aliran berada diatas nilai kritiknya maka butiran sedimen bergerak, atau dengan kata lain:

$\tau_0 < \tau_0$ butiran dasar tidak bergerak

$\tau_0 = \tau_c$ butiran dasar mulai bergerak

$\tau_0 > \tau_c$ butiran dasar bergerak



Gambar 3. Grafik Shields (Breusers dan Raudkivi, 1991)

Grafik Shields mendefinisikan gerak awal menjadi persamaan berikut:

$$O_c = \frac{\tau_c}{\rho g \Delta d} = \frac{U_{*c}^2}{g \Delta d} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

O_c = koefisien Shields

τ_c = tegangan geser kritik

ρ = berat jenis butiran air

g = percepatan gravitasi

U_{*c} = kecepatan

$$\Delta = (\rho_s - \rho) / \rho$$

Kecepatan geser: $U_* = \sqrt{(g \cdot Y_0 \cdot S_f)} \dots\dots\dots (3)$

Tegangan geser: $\tau = (U_*^2 \cdot \rho) \dots\dots\dots (4)$

4. Awal Gerak Butiran

Ranga raju (1986) menjelaskan suatu saluran terbuka yang mempunyai sedimen lepas (*loose sediment*) diatur pada kemiringan tertentu di mana aliran seragam terjadi pada debit yang berbeda. Sebagai akibatnya, pada debit yang rendah ketika kedalaman dan tegangan geser kecil, partikel sedimen akan berhenti dan aliran itu sama dengan yang ada batasan kukuh. Apabila debit secara berangsur bertambah, suatu tahap dicapai apabila sedikit partikel pada dasar yang bergerak secara terputus-putus. Keadaan ini dapat di namakan keadaan kritis (*critical condition*) keadaan gerak awal (*incipient motion condition*).

Ilmu pengetahuan mengenai kondisi hidraulis sehubungan dengan keadaan gerak adalah praktek yang sangat penting. Selain dari batasan yang menunjukkan permulaan gerak sedimen, keadaan kritis mempengaruhi desain saluran peka erosi (*erodible chanel*s) yang mengangkut air, dan pada dasarnya mempengaruhi susunan pengendapan Lumpur di dalam waduk. Dengan demikian ada manfaat memahami secara seksama kondisi hidraulis yang mengawali gerak pada dasar yang mempunyai sedimen yang diketahui karakternya.

5. Diameter Ukuran Butir Sedimen

Kwan (1984) menjelaskan pengaruh ukuran butir sedimen terhadap kedalaman gerusan pada abutmen untuk ukuran seragam. Dari data yang didapat menunjukan bahwa semakin besar ukuran butir sedimen (b/d_{50}) maka kedalaman gerusan (Y_s) akan semakin besar. Keadaan ini tidak lagi tampak pada $b/d_{50} = 50$ mm. Untuk $b/d_{50} > 50$ mm, kedalaman gerusan tidak lagi terpengaruh oleh ukuran butiran sedimen. Ettema

menjelaskan bahwa terjadinya pengurangan kedalaman gerusan pada ukuran butir sedimen yang relatif besar disebabkan karena butir sedimen berukuran besar tersebut menghalangi proses erosi dasar lubang gerusan dan menghamburkan aliran energi di zona erosi.

d. Aliran Pada Air Jernih

1). Debit Aliran

Debit aliran merupakan hubungan perkalian antara kecepatan aliran dengan luas tampang basah saluran. Ven Te Chow (1989).

$$Q = U \cdot A \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

Q = Debit aliran, m³/det

U = Kecepatan aliran rata-rata, m/det

A = Luas penampang aliran, m²

2). Kecepatan Aliran Rata-rata

Menurut Ven Te Chow (1989) kecepatan aliran rata-rata merupakan perbandingan antara debit aliran yang melewati saluran (Q) dengan luas tampang basah saluran (A) seperti persamaan dibawah ini:

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{B.Y_0} \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

U = Kecepatan aliran rata-rata, m/det

Y₀ = Kedalaman aliran

B = Lebar saluran, m

Q = Debit m³/det

A = Luas penampang aliran, m²

Kecepatan rata-rata menurut Chezy dirumuskan sebagai berikut:

$$U = C\sqrt{RS_f} \dots\dots\dots (7)$$

$$C = 18 \log \frac{12Y_0}{k + 2\frac{\delta}{7}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\delta = \frac{11,6\nu}{U_*} \dots\dots\dots (9)$$

dengan:

- C = Koefisien Chezy
- S_f = Kemiringan garis energi
- Y₀ = Kedalaman aliran
- R = Jari –jari hidrolik
- K = Diameter kekasaran dasar
- Δ = Batas daerah transisi laminar dan torbulen
- Y = Viskositas

3). Bilangan *Froude*

Menurut Chow (1989) bilangan *froude* aliran, Fr dapat digunakan dalam menentukan bentuk aliran dan bentuk konfigurasi dasar saluran. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$F_r = \frac{U}{\sqrt{g \cdot Y_0}} \dots\dots\dots (10)$$

dengan:

- U = Kecepatan aliran rata-rata, mm/det
- Y₀ = Kedalaman aliran,m
- g = Percepatan gravitasi, m/det²
- Fr = Bilangan *Froude*

Bilangan *Froude* untuk saluran terbuka dinyatakan sebagai berikut:

- Fr < 1, aliran yang terjadi adalah aliran sub kritis.
- Fr = 1, aliran yang terjadi adalah aliran kritis, dan
- Fr > 1, aliran yang terjadi adalah aliran super kritis

4). Koefisien Kekasaran Dasar

Menurut Raju (1986) perilaku aliran terhadap konfigurasi dasar dapat digambarkan sebagai hubungan besaran *manning*, Koefisien Chezy, (C), seperti dijelaskan pada persamaan dibawah:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \dots\dots\dots (11)$$

$$n = \frac{d_{50}^{1/6}}{21,1} \dots\dots\dots (12)$$

$$R = \frac{B.Y_0}{B + 2Y_0} \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

- n = koefisien manning
- d₅₀ = diameter butiran 50%, mm
- R = jari-jari hidrolis saluran, m
- B = lebar saluran, m
- Y₀ = kedalaman aliran, m

5). Persamaan Kedalaman Gerusan

Beberapa penelitian telah mencoba mencari hubungan secara empirik maupun analitik gerusan di sekitar pilar jembatan, yang ditujukan untuk mengetahui gerusan lokal yang baik. Namun sampai saat ini belum ada literatur yang memberikan perkiraan besarnya gerusan lokal pada bahan dasar kohesif. Tetapi dapat dipastikan bahwa apabila suatu abutmen telah direncanakan aman berdasarkan tinjauan bahan dasar non-kohesif, hasil yang diperoleh sudah cukup aman.

Perkiraan besarnya gerusan lokal pada abutmen jembatan model *spill through* ini diperoleh dengan cara memberikan faktor pengali dari jenis atau model abutmen yang diujikan. Faktor pengali dari model abutmen jenis *spill*

trough yaitu $k_3 = 0,5$. Beberapa rumus praktis untuk memperkirakan gerusan lokal disekitar abutmen jembatan dalam Legono (1990) antara lain:

- Persamaan Shen I

$$Y_s = 1,17 \cdot U_o^{0,62} \cdot b^{0,62} \cdot k_3 \dots\dots\dots (14)$$

- Persamaan Shen II

$$Y_s = 1,59 \cdot U_o^{0,67} \cdot b^{0,67} \cdot k_3 \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

Y_s = Kedalaman gerusan, diukur (arah vertikal) dari dasar sampai elevasi muka pasir dekat sebelah hulu abutmen, (m)

b = Lebar abutmen, m

U_o = Kecepatan aliran, m/det

k_3 = faktor pengali abutmen.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agung dkk (2011), telah menghasilkan kesimpulan bahwa untuk abutmen bersayap kedalaman gerusan yang terjadi lebih kecil daripada abutmen tanpa sayap. Penelitian ini juga merekomendasikan agar dilakukan pengujian untuk bentuk abutmen yang lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Lutjito (2008), telah menghasilkan kesimpulan bahwa untuk gerusan di sekitar pilar bersayap mampu mengurangi kedalaman gerusan maksimum sebesar 36,31%. Dengan memanfaatkan groundsill gerusan di sekitar abutmen telah mampu mereduksi kedalaman dan panjang gerusan (Lutjito, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh O.K Saleh dkk (2004) telah menghasilkan kesimpulan bahwa pemasangan groundsill sebagai bangunan penahan gerusan sedimen di hilir aliran telah mampu meningkatkan dalam hal perbaikan pola gerusan dan meminimalkan gerusan yang terjadi di bagian hulu dari aliran.

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa besar pengaruh bentuk sayap abutmen dan pemasangan ground sill terhadap gerusan yang terjadi di sekitar abutmen jembatan.

Dalam penelitian ini aliran pada *flume* dianggap seragam (*steady uniform flow*) dan dilakukan pada kondisi *clear water scour*. Material dasar yang dipakai adalah pasir alami dengan gradasi relatif tidak seragam berasal dari sungai Progo.

a. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 1 Mei sampai 1 Juli 2014 yang meliputi masa persiapan sampai pada waktu pengujian gerusan.

b. Alat dan Bahan

Pada penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika, bahan yang digunakan adalah air dan pasir alam sebagai material dasar.

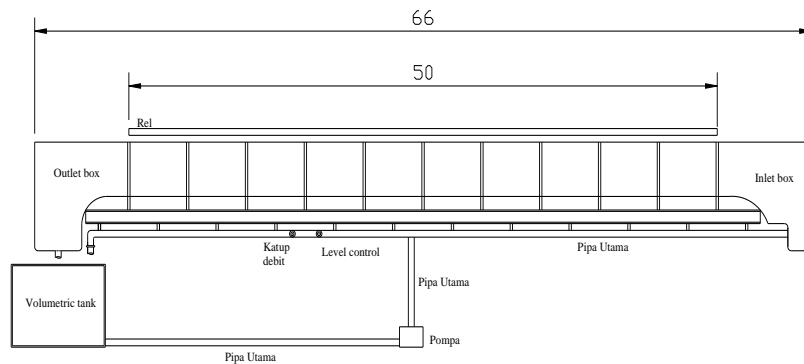
1. Pasir: Bahan yang digunakan sebagai sedimen dasar adalah pasir alam yang berasal dari sungai Progo. Pasir yang digunakan telah diuji dengan gradasi butiran $d_{50} = 0,50$ dan berat jenisnya 2,67 sehingga dapat digunakan selama pengujian berlangsung. Pengujian pasir dilakukan di Laboratorium bahan bangunan Fakultas Teknik UNY Yogyakarta.
2. Air: Air yang digunakan dalam penelitian ini bersal dari Laboratorium Hidraulika UNY. Parameter aliran air yang ditetapkan adalah tinggi dan debit aliran air. Tinggi aliran air dibuat sama sedangkan debit aliran air dibuat bervariasi sehingga selama percobaan berlangsung, pasir dalam keadaan diam sehingga dicapai keadaan aliran tanpa angkutan sedimen (*clear water scour*).

c. Alat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta, dengan menggunakan peralatan yang sebagian besar merupakan fasilitas yang telah ada di laboratorium. Adapun spesifikasi jenis peralatan yang dipakai dalam penelitian ini, baik yang tersedia di laboratorium maupun alat bantu yang dibuat sendiri antara lain sebagai berikut :

1. *Standard Tilting Flume*

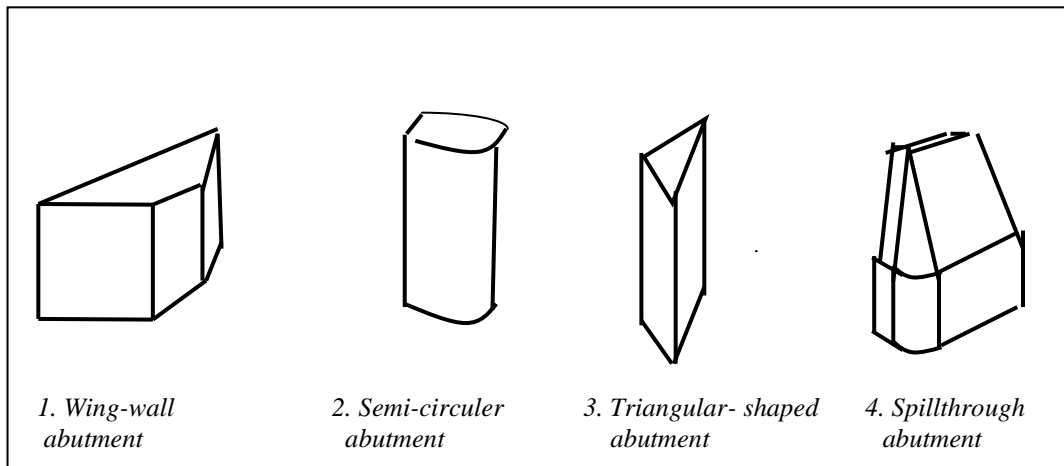
Standard tilting flume adalah peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini, dengan panjang 5 m, lebar 0,1 m dan tinggi 0,32 m dilengkapi dengan sebuah pompa.



Gambar 4. *Standard Tilting Flume*

2. Model *Abutment*

Tipe geometri abutmen bermacam-macam, diantaranya *wing-wall abutment* (WW), *spill-through abutment* (ST), *semi-circular abutment* (SCE) dan *triangular-shaped abutment* (Breuser dan Reudkivi, 1991).



Gambar 5. Macam-Macam Model Abutment

Model abutmen ini dibuat dari mika dengan dimensi panjang muka bawah (sejajar aliran) 15 cm, panjang muka atas (sejajar aliran) 7 cm, lebar muka bawah 1,5 cm, lebar muka atas 0,5 cm dan tinggi abutmen 25 cm. Sedangkan tinggi abutmen dari dasar saluran adalah 15 cm, dan tebal timbunan pasir adalah 10 cm.

3. Penyearah Arus

Alat ini dipasang di bagian ujung *flume* dengan ukuran $60 \times 45 \text{ cm}^2$, berfungsi agar air yang masuk ke saluran mempunyai arah aliran yang sejajar.

4. *Point guage*

Berupa mistar ukur vertikal yang digunakan untuk mengukur kedalaman aliran dan kedalaman gerusan yang terjadi.

5. *Stopwatch* (pencatatan waktu)

Digunakan untuk menentukan waktu pengukuran kedalaman gerusan selama *running* penelitian dilakukan.

6. *Model groundsill*

Groundsill yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan kayu. Model groundsill diletakkan pada flume di bagian hilir model sungai dari bagian abutmen jembatan.

c. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi sampai dengan gerusan tersebut stabil pada tiap bentuk abutmen. Data gerusan diambil dengan cara mencatat hasil dari tiap pengujian yang dilakukan di Laboratorium Hidraulika. Pengamatan ini dilakukan dalam dua tahap.

Tahap I : Tanpa Groundsill

Percobaan dilakukan dengan 4 model sayap abutmen yang berbeda tiap debitnya dilakukan pengamatan 3 kali. Pengamatan dan pengukuran tersebut meliputi pengamatan gerusan kondisi aliran bersih dari angkutan sedimen.

Tahap II : Dengan Groundsill

Percobaan dilakukan dengan cara yang sama, tetapi di hilir aliran dipasang groundsill dan pemasangan 4 model abutmen. Pengamatan dan pengukuran tersebut meliputi pengamatan gerusan kondisi aliran bersih dari angkutan sedimen.

b. Pelaksanaan Penelitian

Urutan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut:

a. Tahap persiapan pelaksanaan penelitian

Pemeriksaan kesiapan komponen alat *sediment-recirculating flume*, seperti pompa bagian penggerak *tilting* dan instrumen *panel control*. Peralatan *flume* perlu dikalibrasi, terutama untuk pembacaan debit aliran. Kalibrasi dilakukan dengan mengalirkan hasil pengukuran kecepatan dengan luas tampang aliran. Data yang kemudian didapat lalu dibandingkan dengan data kalibrasi peralatan.

2. Persiapan Alat Bantu Pembacaan

Selain peralatan seperti di atas, diperlukan alat bantu pembacaan pada *flume* untuk mempermudah pembacaan pada pelaksanaan penelitian. Pemasangan tanda batas ketinggian pasir sebagai dasar saluran, mistar ukur untuk memonitor ketinggian aliran, milimeter blok untuk mengukur ketinggian gerusan, dan mika transparan untuk menggambarkan dalam / pola gerusan (Y_s) dari samping. Penempatan Abutmen dipasang pada tempat yang telah

ditentukan, as abutmen berjarak 3 meter dari ujung penyearah arus di bagian hulu.

3. Persiapan Material Dasar

Material dasar yang telah siap dituangkan dalam *flume* dari ujung batas balok kayu bagian hulu sampai batas balok kayu bagian hilir, dengan ketebalan 10 cm. Tebal material dasar pasir 10 cm. Besaran ini diambil dengan mempertimbangkan kedalaman gerusan maksimum yang terjadi termasuk degradasi dasar saluran karena aliran.

4. Persiapan *Running*

Setelah *flume* terisi pasir, diratakan dan dipadatkan (alami), selanjutnya dilakukan perataan permukaan dengan ketebalan 10 cm agar diperoleh permukaan yang mendekati datar. Untuk itu dilakukan beberapa langkah sebagai pendekatan datar.

- a) Dengan panduan *marking* pada dinding kaca *flume*, elevasi pasir diatur sehingga permukaan mendekati rata-rata.
- b) Dengan bantuan kayu dan rol pada *flume* pasir diratakan. Air dialirkan dengan debit kecil, untuk membasahi pasir agar diperoleh kepadatan seragam. Selama pengaliran tersebut berlangsung, pengatur elevasi air (*Adjustable overshoot weir*) ditutup kemudian dibuka perlahan-lahan sambil dilakukan perataan permukaan pasir. Permukaan pasir yang telah teraliri tersebut diperbaiki kembali hingga mendekati permukaan rata (10 cm). Permukaan yang mengalami cekungan / penurunan elevasi karena semakin padat akibat air, ditambahkan pasir kembali. Setelah semua rata pompa dimatikan, dilakukan penyempurnaan perataan lagi dengan bantuan sifat permukaan air yang selalu datar.
- c) Pengecekan tahap akhir yaitu dialiri air kembali dengan debit relatif kecil, kemudian diperhatikan jalannya air. Jika air yang datang bersamaan rata kiri kanan maka permukaan saluran sudah rata.

5. Penelitian Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan maksud memperoleh referensi awal besaran gerusan yang terjadi di sekitar Abutmen tanpa adanya gerakan sedimen dasar (*clear water*). Tahap ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Menyalakan pompa elektrik dan mengalirkan air ke dalam saluran prismatik (*flume*) dengan debit yang berbeda. *Running* tahap ini dilakukan dengan bentuk model abutmen tipe 1 tanpa groundsill seperti prosedur persiapan *running* di atas, setelah itu dilakukan pengukuran ragam kedalaman aliaran yang terbentuk di sekitar abutmen.

- tinggi elevasi debit air bagian hulu
- kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan, Y_s
- panjang gerusan yang terjadi, L_s
- jarak penggerusan, x_1
- tinggi muka air di hulu abutmen batas permukaan pasir, Y_0
- tinggi muka air di hilir abutmen batas permukaan pasir, Y_1
- jarak antara kedalaman maksimum dengan bagian depan abutmen, x

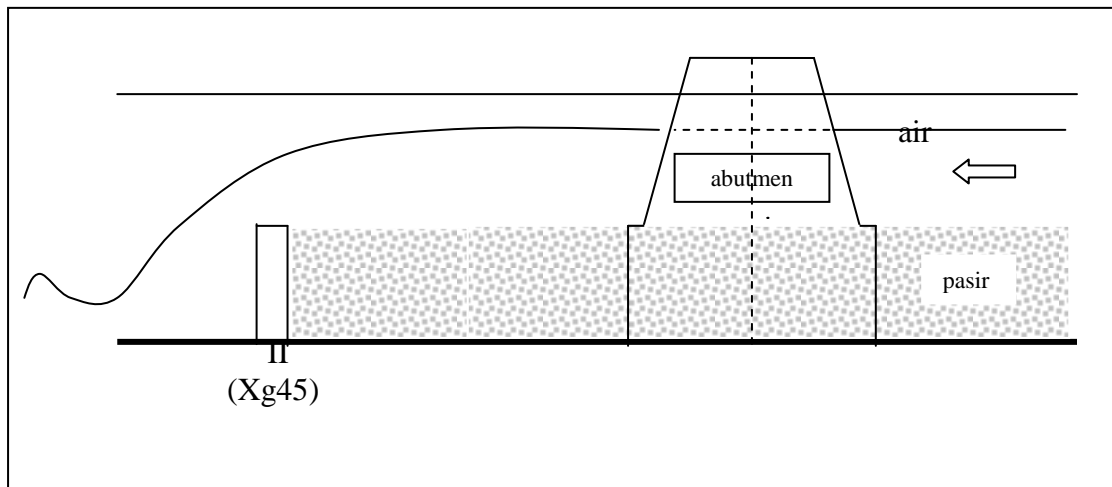
Proses terjadinya penggerusan di sekitar abutmen jembatan diamati kedalaman gerusan dicatat dalam selang waktu yang telah ditentukan selama kurang lebih 180 menit. dengan rincian waktu yaitu 0 – 20 menit dicatat selang waktu 2 menit, kemudian antara 20 - 60 menit dicatat selang waktu 5 menit dan 60 -120 menit dicatat selang waktu 10 menit dan 120-180 dengan selang 20 menit.

Pada menit ke-180 atau pada saat mencapai nilai kedalaman yang relatif stabil, pompa dimatikan, kemudian *adjustable overshoot weir* dibuka secara perlahan-lahan sehingga tidak terjadi perubahan pada pola gerusan akibat penurunan air tiba-tiba serta menghindari kemungkinan terjadinya air balik (*back water*).

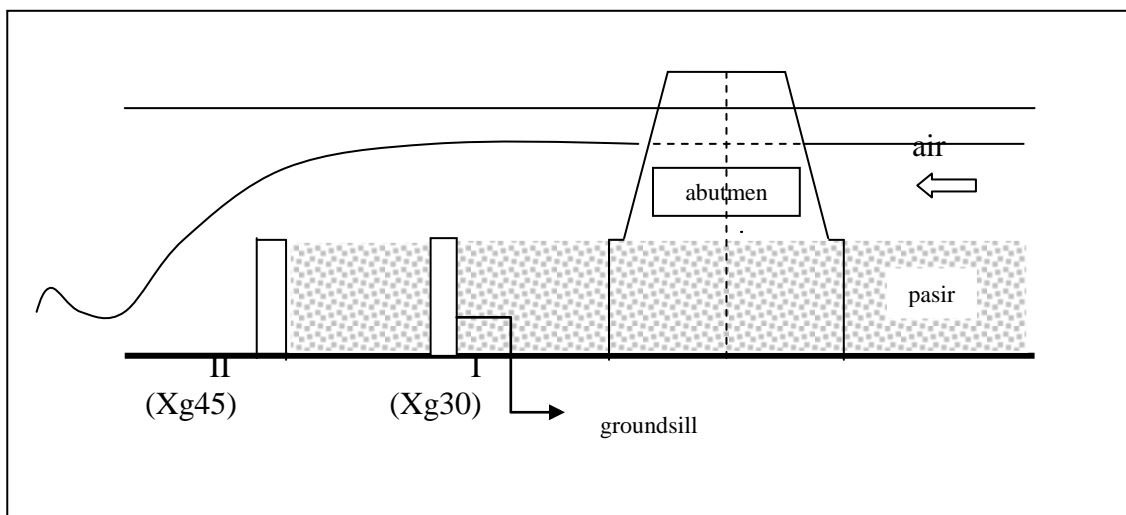
Menggambar tampak kontur gerusan dari samping dengan menggunakan milimeter transparan.

Permukaan saluran diratakan kembali, kemudian dipadatkan, dan melakukan percobaan lagi secara berulang dengan bentuk sayap abutmen yang berbeda.

Selanjutnya dipasang groundsill dan percobaan dilakukan dengan langkah sama.

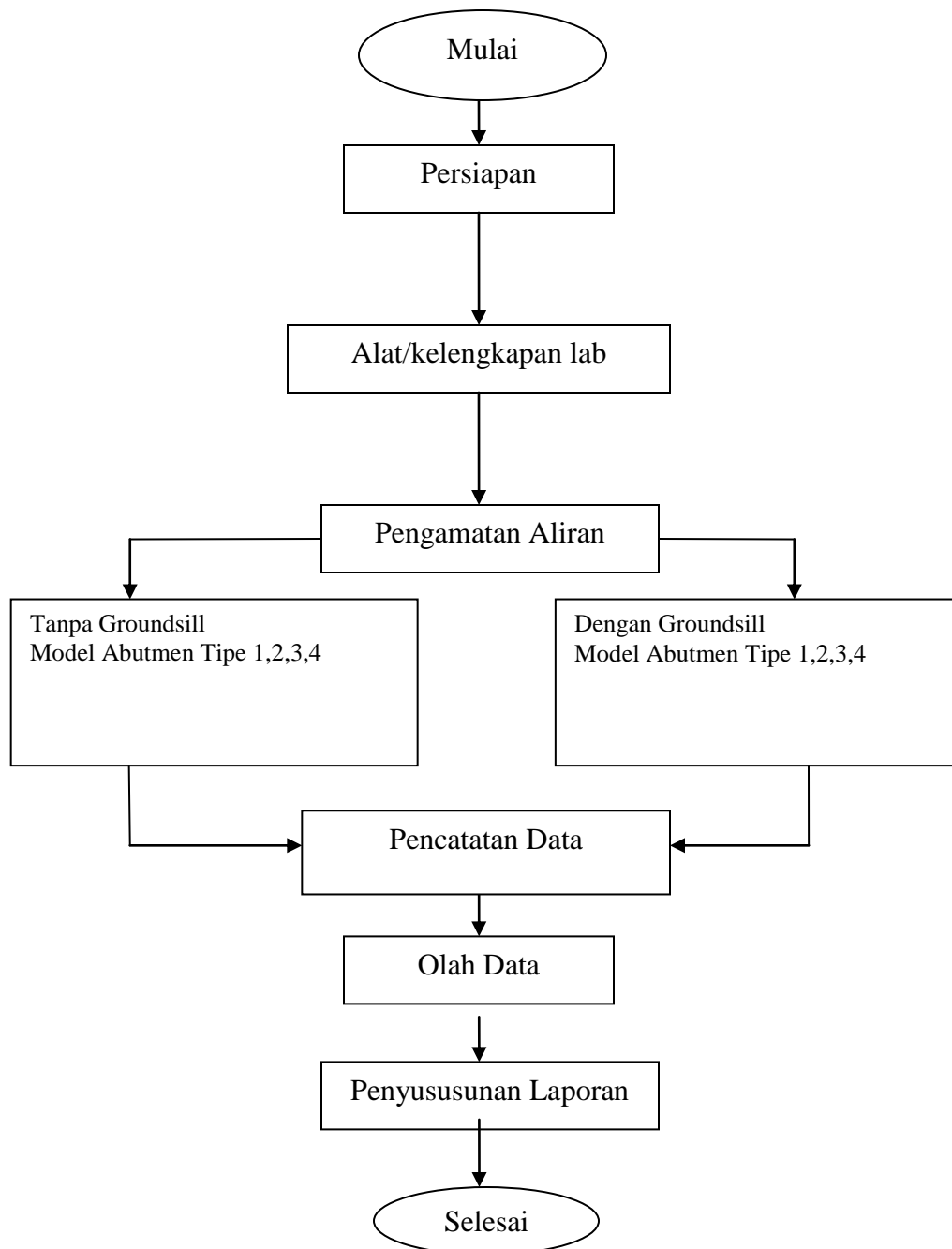


Gambar 6. Sketsa Penempatan *Abutmen* Tampak Samping tanpa Groundsill



Gambar 7. Sketsa Penempatan *Abutmen* Tampak Samping dengan Groundsill

f. Alur Penelitian



Gambar 8. Langkah-langkah Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian model pengendalian gerusan di sekitar model abutmen jembatan alat yang digunakan adalah *multi purpose teaching flume*. Pada bagian dalam alat tersebut dilengkapi 4 model abutmen yaitu *wing-wall abutment* bersayap, *semicircular*, *splithrough* dan *triangular-shaped abutment*. Untuk pembacaan di sekitar model abutmen jembatan dilengkapi dengan alat bantu pembacaan berupa milimeter blok yang telah direkatkan pada dinding *flume*. Material dasar yang digunakan berupa pasir alam yang lolos saringan 5 mm dan tertahan no. 200.

1. Data pola gerusan di sekitar model abutmen

a. Pola Gerusan di Sekitar Model Abutmen Tanpa Groundsill

Hasil pengujian yang diperoleh pada tahap pertama adalah gerusan di sekitar model abutmen tanpa menggunakan groundsill. Pengujian dilakukan selama 180 menit untuk setiap model abutmen. Setiap waktu pengujian 180 menit, maka dilakukan pengukuran kontur. Pengukuran kontur ini dilakukan dengan *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan dan *deposisi* yang terjadi pada material dasar saluran di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, Y tegak lurus arah aliran (harisontal) dan Z tegak lurus aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm (sebanyak 5 titik ke arah melintang) untuk arah X, dan 2 cm untuk arah Y. Hasil pembacaan poin gauge menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) tiap koordinator arah X dan arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi penelitian. Selanjutnya data-data dan hasil pengukuran diolah untuk mendapatkan gambar isometri.

Sebagian dari data gerusan di sekitar abutmen jembatan untuk masing-masing bentuk abutmen adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model *Triangular Shaped Abutmen*
Tanpa Groundsill

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	0	-1	0	0	0	0	0	-8	-4
	-11	-14	-12	-11	-11	-9	-9	-5	-3
	-10	-12	-12	-15	-11	-10	-5	-5	-3
	-5	-8	-9	-8	-9	-6	-9	-4	-2
	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-2

Tabel 2. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Spillthrough* Tanpa *groundsill*

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-10	-18	0	0	0	0	0	-3	-4
	-9	-11	-10	-10	-9	-9	-9	-4	-4
	-7	-6	-8	-8	-9	-8	-7	-4	-3
	-6	-6	-7	-7	-8	-7	-7	-5	-3
	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-4

Tabel 3. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Semicircular* Tanpa *groundsill*

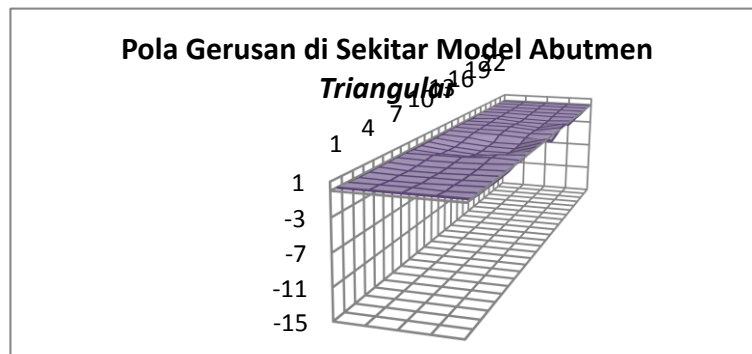
Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-2	-7	0	0	0	0	0	-2	-3
	-4	-8	-12	-11	-11	-12	-10	-5	-4
	-3	-7	-10	-11	-10	-11	-10	-6	-4
	-4	-7	-9	-8	-7	-7	-7	-5	-5
	-4	-5	-5	-6	-5	-5	-6	-6	-5

Tabel 4. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Wingwall* Tanpa *groundsill*

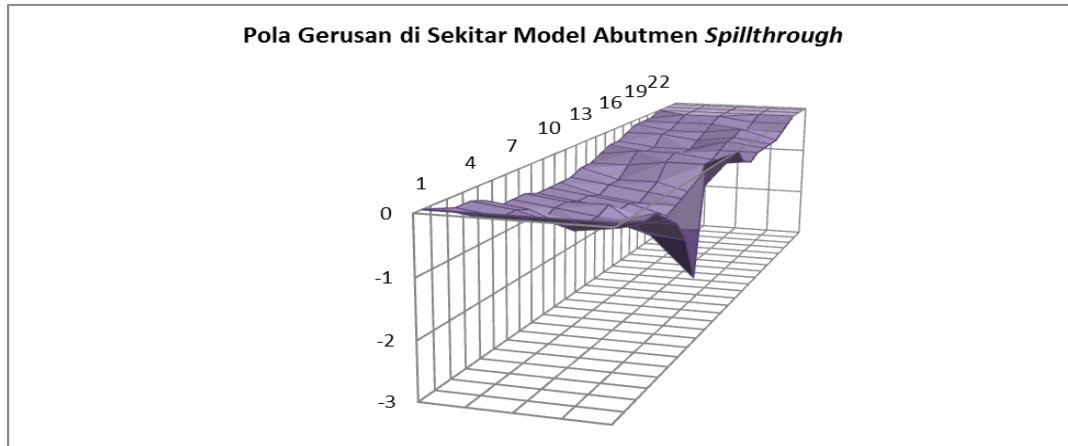
Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	0	-1	0	0	0	0	0	-8	-4
	-2	0	-2	-10	-11	-11	-10	-6	-5
	-3	-2	-7	-10	-11	-10	-10	-4	-3
	-3	-2	-6	-7	-8	-7	-5	-3	-3
	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2

Dari dari Tabel 1,2,3 dan 4 selanjutnya digambarkan dengan bentuk gerusannya (perspektif) sebagai berikut.

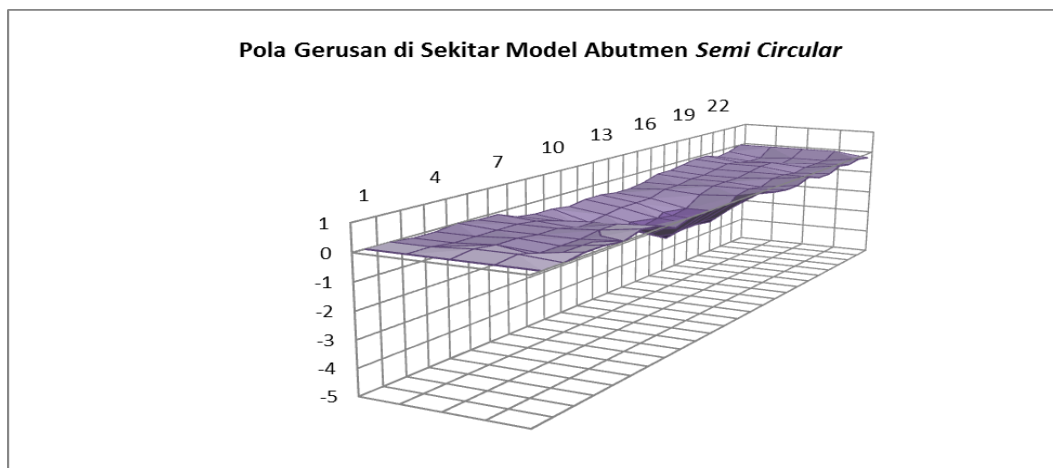
Pola gerusan di sekitar abutmen tanpa menggunakan *groundsill*, untuk masing-masing bentuk model dapat disajikan pada gambar berikut.



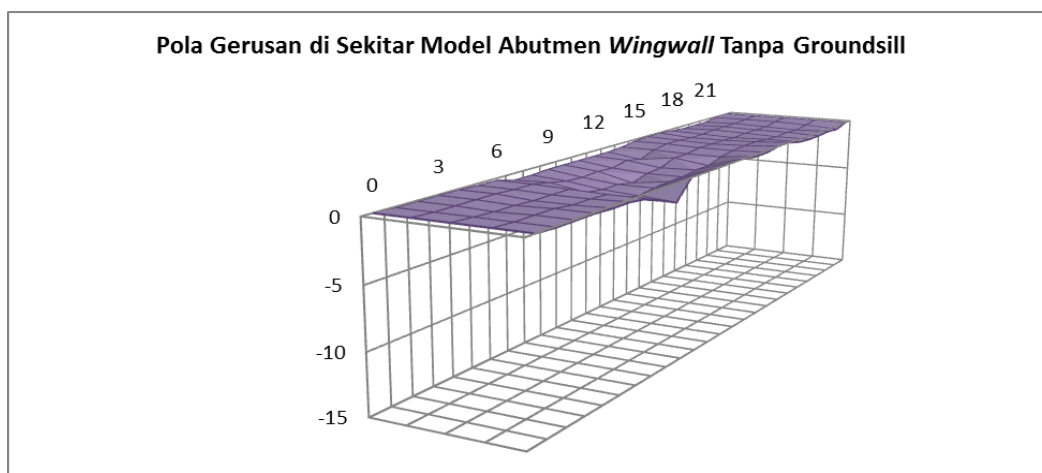
Gambar 9. Pola Gerusan di Sekitar *Triangular Shaped* Tanpa *groundsill*



Gambar 10. Pola Gerusan di Sekitar *Spillthrough Abutment* Tanpa ground sill



Gambar 11. Pola Gerusan di Sekitar *Semi Circular* Tanpa ground sill



Gambar 12. Pola Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Wingwall* Tanpa ground sill

b. Pola Gerusan di Sekitar Model Abutmen dengan Groundsill

Setelah pengujian gerusan di sekitar model abutmen tanpa groundsill selesai, dilanjutkan dengan pengujian gerusan di sekitar model abutmen dengan menggunakan groundsill dengan jarak masing-masing 1b, 2b, 3b dan 4b. Urutan pelaksanaan pengujian sama dengan pengujian tanpa groundsill. Untuk masing-masing bentuk abutmen (Triangular, Semi Circular, Spillthrough dan Wingwall) dilakukan pengujian untuk masing-masing jarak groundsill 1b, 2b, 3b dan 4b. Beberapa data yang diperoleh untuk pengujian gerusan di sekitar abutmen dengan groundsill diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model *Triangular Shaped Abutmen*
Jarak Groundsill 1b

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-5	-7	0	0	0	0	0	-3	-0
	-5	-8	-6	-6	-9	-7	-5	-3	-0
	-6	-7	-4	-7	-7	-6	-4	-2	-2
	-6	-3	-3	-6	-7	-6	-4	-2	-1
	-5	-3	-3	-5	-6	-5	-3	-1	-0

Tabel 6. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Spillthrough* Jarak Goundsill 1b

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-6	-7	0	0	0	0	0	-2	-1
	-6	-8	-7	-8	-10	-6	-3	-2	-1
	-7	-7	-5	-8	-9	-4	-3	-3	-3
	-8	-4	-5	-7	-9	-4	-3	-3	-2
	-6	-4	-4	-5	-8	-3	-2	-2	-1

Tabel 7. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Semicircular*
Jarak *Groundsill 1b*

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-8	-10	0	0	0	0	0	-7	-7
	-7	-9	-9	-10	-9	-9	-8	-7	-7
	-6	-7	-9	-10	-9	-8	-7	-6	-6
	-5	-7	-9	-19	-8	-8	-7	-5	-5
	-4	-6	-7	-9	-7	-7	-6	-3	-3

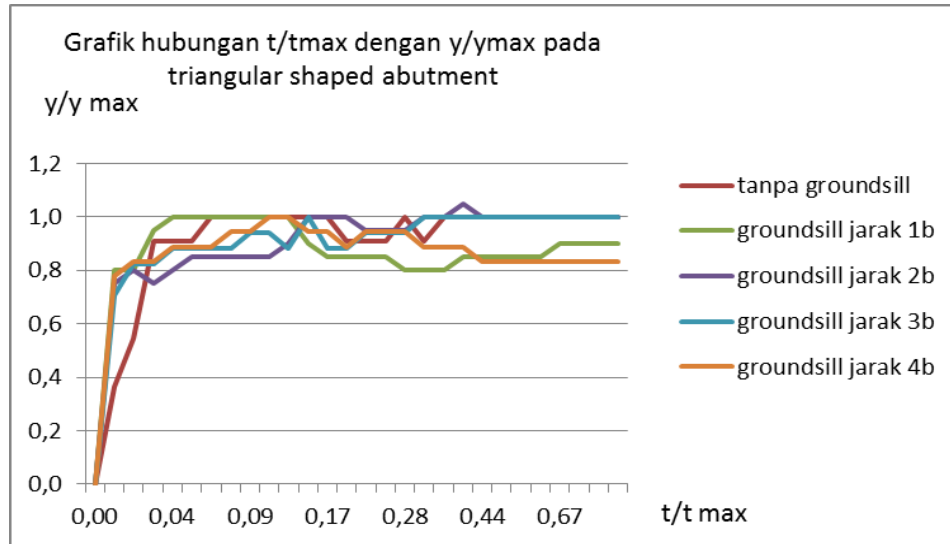
Tabel 8. Kedalaman Gerusan di Sekitar Model Abutmen *Wingwall* Jarak *Groundsill 1b*

Arah	Kedalaman gerusan arah memanjang aliran (mm)								
Gerusan arah melintang aliran	-6	-6	0	0	0	0	0	-1	-0
	-6	-7	-6	-6	-8	-5	-1	-1	-0
	-6	-6	-4	-7	-6	-2	-1	-1	-2
	-6	-4	-3	-6	-6	-2	-2	-2	-1
	-5	-4	-3	-3	-4	-3	-4	-1	-0

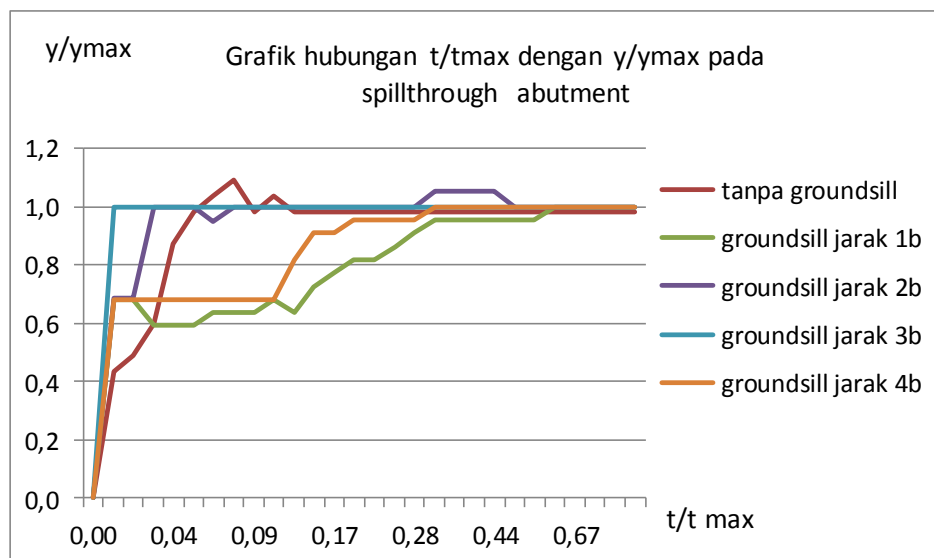
Secara lengkap hasil pengukuran gerusan di sekitar abutmen dengan jarak *groundsill 1b, 2b, 3b* dan *4b* dapat dilihat pada lampiran.

- b. Proses gerusan terhadap waktu di sekitar abutmen jembatan pada *model abutmen triangular, semi circular, spillthrough* dan *wingwall* pada jarak *1b, 2b, 3b* dan *4b*.

Pada awal pengamatan yaitu pada menit-menit pertama terlihat terjadi gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen jembatan. Hal ini dikarenakan oleh aliran-aliran yang belum stabil sehingga menyebabkan olakan yang besar dan mengakibatkan lapisan material terpengaruh oleh aliran tergerus sangat cepat. Setelah aliran hampir mencapai keseimbangan maka gerusan di sekitar abutmen akan semakin kecil dan perlahan mendekati kesetabilan. Grafik di bawah menunjukkan bahwa proses angkutan sedimen gerusan tersebut dalam kondisi *clear water scour* yaitu gerusan yang terjadi tanpa adanya gerakan material dasar (tidak ada material dasar yang terangkut). Proses gerusan di sekitar model abutmen dapat disajikan seperti pada grafik berikut.



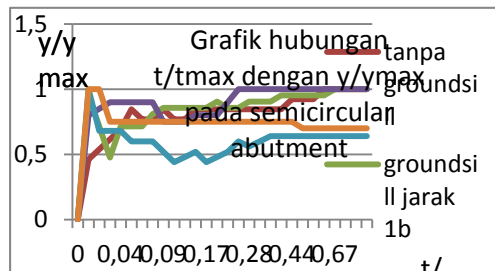
Gambar 13. Grafik Hubungan t/t_{max} terhadap y/y_{max} pada *Triangular Shaped Abutment*



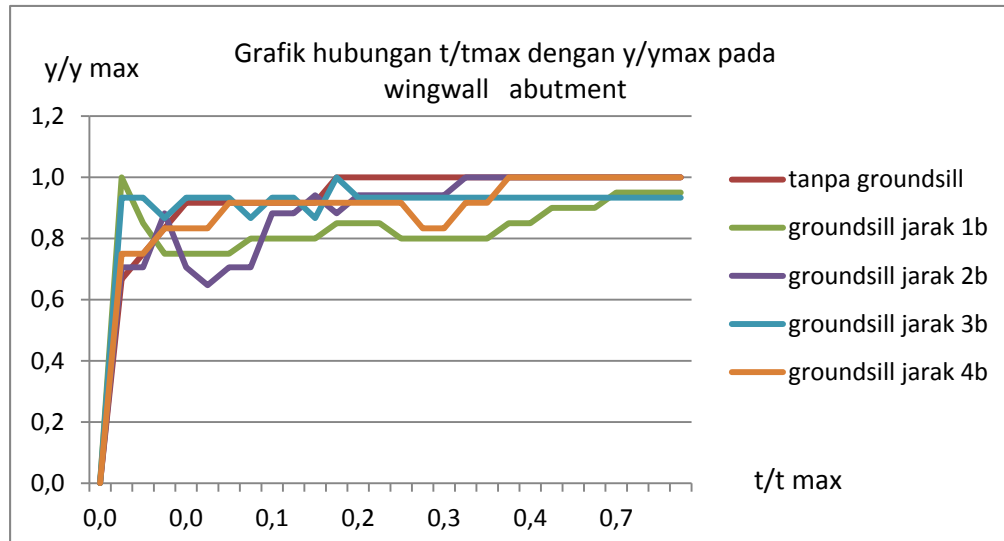
Gambar 14. Grafik Hubungan t/t_{max} terhadap y/y_{max} pada *Spillthrough Abutment*

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa proses gerusan di sekitar model semua abutmen yang diujikan mengikuti pola seperti pada teori Breuser & Reudkivi bahwa

kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar bidang gerusan. Jadi kedalaman rata-rata gerusan pada kondisi seimbang (equilibrium scour depth, Y), dengan sendirinya menjadi lebih kecil dengan kedalaman gerusan maksimum. Keseimbangan kedalaman gerusan (Y) biasanya akan tercapai pada aliran yang tinggi dan dalam waktu yang lama.

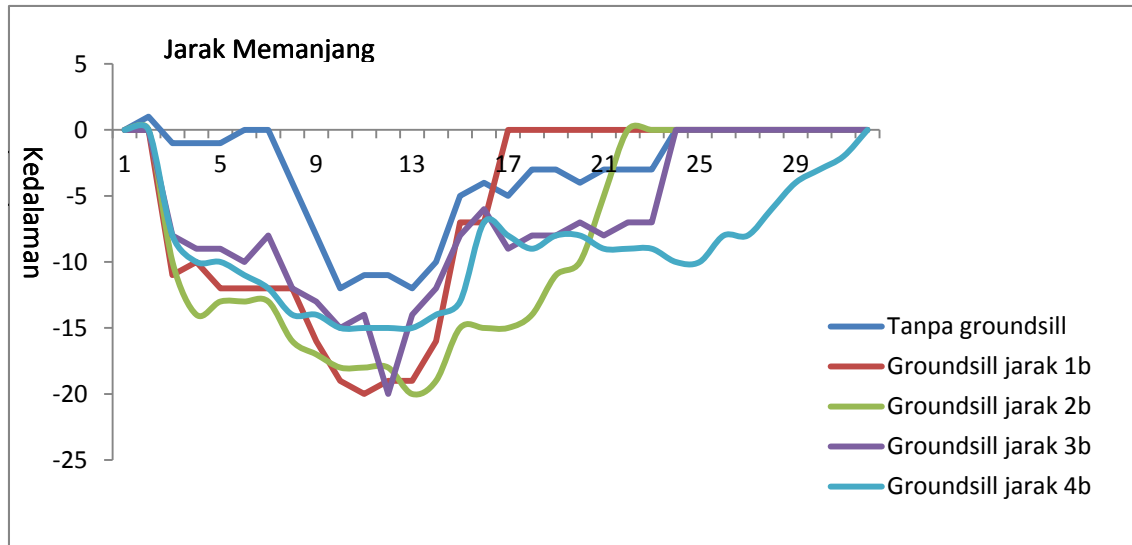


Gambar 15. Grafik Hubungan t/t_{max} terhadap y/y_{max} pada *Semi Circular Abutment*



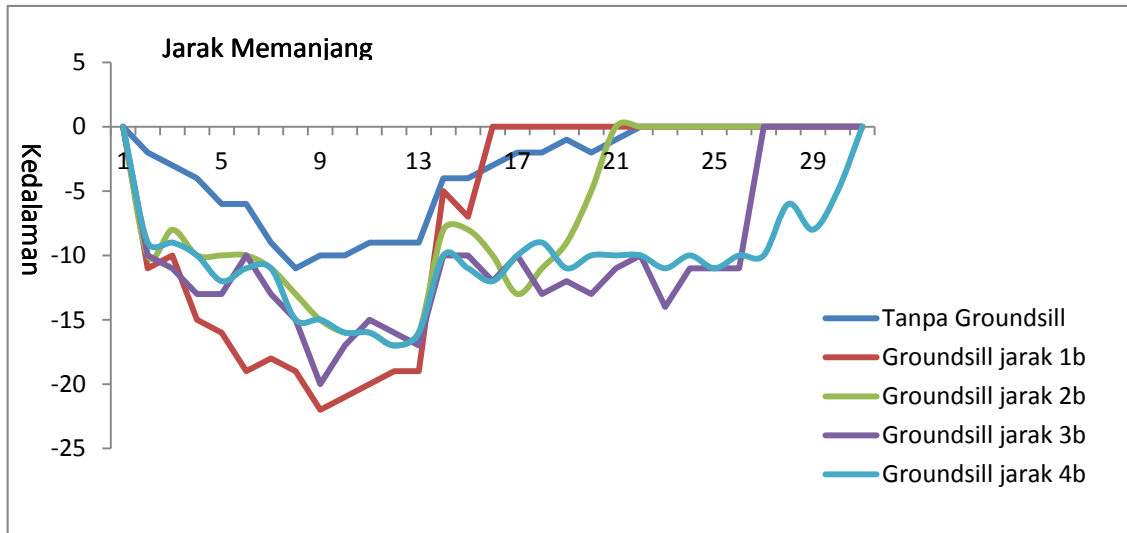
Gambar 16. Grafik Hubungan t/t_{max} terhadap y/y_{max} pada
Wingwall Abutment (Abutmen Bersayap)

Proses gerusan memiliki kesamaan antara gerusan tanpa groundsill maupun dengan groundsill yaitu pada menit-menit pertama terlihat terjadi gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen jembatan. Hal ini dikarenakan oleh aliran yang belum stabil sehingga menyebabkan olakan yang besar dan mengakibatkan lapisan material terpengaruh oleh aliran tergerus sangat cepat. Setelah aliran hampir mencapai keseimbangan maka gerusan di sekitar abutmen akan semakin kecil dan perlahan mendekati kesetabilan. Grafik di atas menunjukkan bahwa proses angkutan sedimen gerusan tersebut mengikuti pola gerusan yang dinyatakan oleh Breuser & Reudkivi bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan.



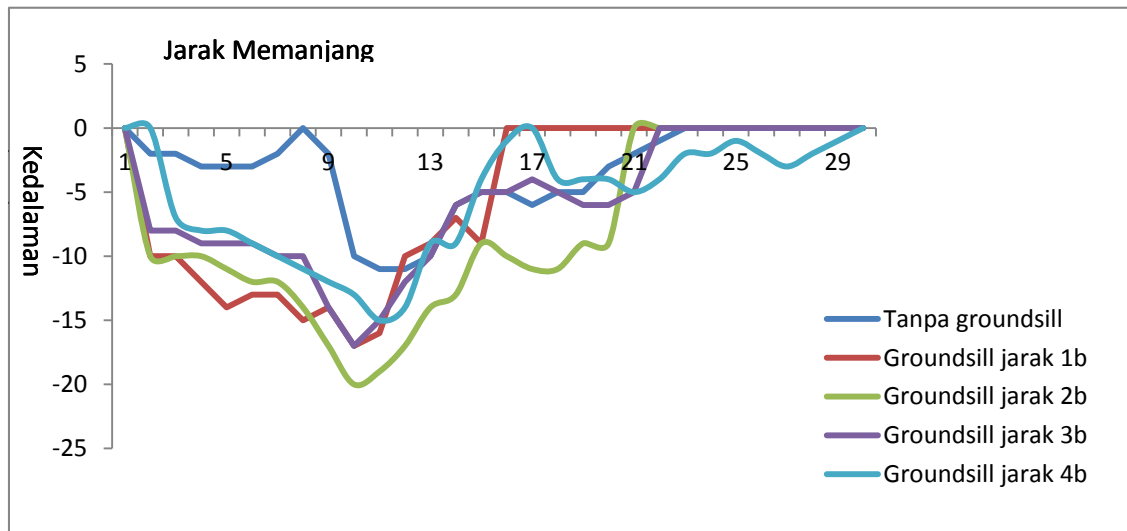
Gambar 17. Profil Kedalaman Gerusan Arah Memanjang di Sekitar Model Semicircular Abutmen

Dari gambar profil tersebut dapat diketahui bahwa dalam proses gerusan di sekitar abutmen berbentuk semicircular tanpa menggunakan groundsill, kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah 20 mm. Kedalaman gerusan maksimum terjadi di sekitar pangkal abutmen (pada koordinat 2 cm ke arah hulu dan 2 cm ke arah melintang dari pusat abutmen). Posisi titik kedalaman gerusan maksimum ini juga berlaku untuk kondisi berikutnya setelah menggunakan groundsill. Setelah dipasang groundsill di ujung aliran (jarak 1b) tampak bahwa kedalaman gerusan maksimum yang terjadi sebesar 1,9 cm lebih kecil dibandingkan apabila tanpa menggunakan groundsill. Kedalaman gerusan maksimum berikutnya adalah untuk jarak groundsill 2b dimana kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah 15 cm dan untuk masing masing jarak groundsill 3b dan 4b kedalaman gerusan maksimum adalah 14 cm dan 12 cm.



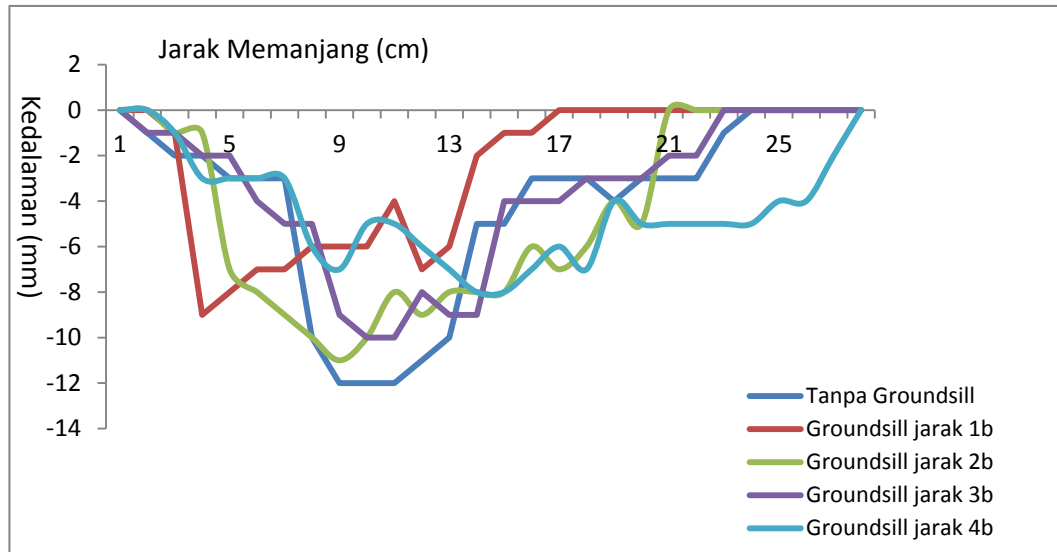
Gambar 18. Profil Kedalaman Gerusan Arah Memanjang di Sekitar Model Spillthrough Abutmen

Gerusan di sekitar abutmen berbentuk spillthrough tanpa menggunakan groundsill memiliki kesamaan pola dengan model abutmen berbentuk semicircular, kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah 22 mm. Kedalaman gerusan maksimum terjadi di sekitar pangkal abutmen (pada koordinat 2 cm ke arah hulu dan 2 cm ke arah melintang dari pusat abutmen). Posisi titik kedalaman gerusan maksimum ini juga berlaku untuk kondisi berikutnya setelah menggunakan groundsill. Setelah dipasang groundsill di ujung aliran (jarak 1b) tampak bahwa kedalaman gerusan maksimum yang terjadi sebesar 2 cm lebih kecil dibandingkan apabila tanpa menggunakan groundsill. Kedalaman gerusan maksimum berikutnya adalah untuk jarak groundsill 2b dimana kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah 18 cm dan untuk masing masing jarak groundsill 3b dan 4b kedalaman gerusan maksimum adalah 16 cm dan 11 cm.



Gambar 19. Profil Kedalaman Gerusan Arah Memanjang di Sekitar Model Triangular Abutmen

Untuk model abutmen berbentuk triangular, gerusan dengan abutmen tanpa menggunakan groundsill tampak bahwa kedalaman gerusan maksimum yang terjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan dua model sebelumnya. Gerusan maksimum tanpa groundsill 1,9 cm. Untuk model abutmen dengan dipasang groundsill kedalaman maksimum yang terjadi untuk masing-masing jarak groundsill 1b, 2b, 3b dan 4b adalah sebesar 1,7 cm, 1,6 cm, 1,5 cm dan 1,1 cm.



Gambar 20. Profil Kedalaman Gerusan Arah Memanjang di Sekitar Model Wingwall Abutmen

Pola gerusan yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur bagian depan abutmen menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen tersebut. Gaya tekan tersebut menghasilkan aliran bawah (*down flow*) yang mengikis dasar saluran. Aliran bawah ini membentuk pusaran yang menggerus dari bagian depan abutmen kemudian menggerus ke samping abutmen jembatan dan menyebabkan terjadinya gerusan lokal (*local scour*) di sekitar abutmen. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen.

Dari grafik di atas pada kedalaman maksimum gerusan yang terjadi pada beberapa model abutmen tanpa *groundsill* dan dengan perpindahan *groundsill*, maka dapat diketahui perubahan *groundsill* mempengaruhi gerusan pada bagian abutmen, jarak *groundsill* 4b lebih kecil gerusanya dibandingkan dengan jarak *groundsill* 1b, 2b, 3b di bagian abutmen bersayap maupun tidak bersayap. Sedangkan kedalaman gerusan maksimum yang terjadi pada model abutmen bersayap (*wingwall abutmen*) relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan model yang lain yaitu sebesar 1,3 cm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil pengujian model aliran di sekitar beberapa model abutmen dapat disimpulkan bahwa.

1. Pada awal aliran terlihat terjadi gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen jembatan. Setelah aliran hampir mencapai keseimbangan maka gerusan di sekitar abutmen akan semakin kecil dan perlahan mendekati kesetabilan.
2. Kedalaman gerusan maksimum dari beberapa model abutmen memperlihatkan bahwa bentuk wing wall abutmen dan jarak groud sill 4b mampu meminimalkan gerusan maksimum.

b. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pengembangan sayap abutmen agar diperoleh kedalaman gerusan paling kecil

DAFTAR PUSTAKA

- Agung,W. (2011), Perbandingan Gerusan Lokal di Sekitar Abutmen Dinding vertikal Bersayap dan dengan Sayap pada Saluran Lurus Tikungan 90 dan 180o. Jurnal Teknik Sipil ITB Bandung.
- Anwar,S.(1999). *Penggerusan Tergantung pada Kecepatan Aliran*. Jakarta: Pustaka Teknika
- Breusers,H.N.C., & Raudkivi,A.J.(1991). *Scouring*.Rotterdam: A.A.Balkema.
- Chow,V.T.(1989). *Hidrolika Aliran Terbuka*.Jakarta: Erlangga.
- Joko Legono.(1990). *Gerusan Lokal*. Bahan Kuliah. Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gajah Mada.
- Kwan,T.F.(1984). *Study of Abutment Scour*. University of Auckland,Dep.of Civil Eng.Rep. No.450.
- Lutjito,(2008), Penggunaan Pilar Bersayap sebagai Pengenal Gerusan di Sekitar Jembatan. Laporan Penelitian UNY.
- Mardjikoen, P., 1987,"*Angkutan sedimen*", PAU, UGM, Yogyakarta.
- O.K Saleh etc, (2004), Effect Of Groundsill on Scour Characteristics Downstream of Sudden Expanding Stilling Basins *Eighth International Water Technology Conference, IWTC8 2004, Alexandria, Egypt*
- Yang, C T, 1996," *Sediment Transport Theory and Practice*", The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.